

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-208325

(43) 公開日 平成5年(1993)8月20日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 P 15/04		7041-3C		
F 0 1 D 5/28		7825-3G		

審査請求 有 請求項の数 3 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平4-179715

(22) 出願日 平成4年(1992)7月7日

(31) 優先権主張番号 07/727748

(32) 優先日 1991年7月10日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590004419

ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ゲイトウェイ・センター (番地なし)

(72) 発明者 デニス・レイ・アモス

アメリカ合衆国、サウス・キャロライナ州、ロック・ヒル、ファーンデイル・ドライブ 604

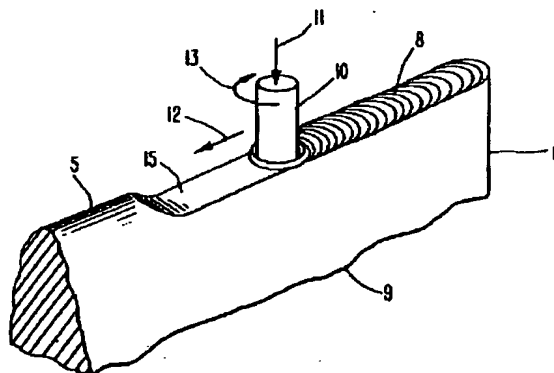
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 蒸気タービン及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 摩擦サーフェーシング技術により形成された耐食性のある後縁部を有する蒸気タービン羽根の製造方法を提供する。

【構成】 蒸気タービン羽根1は、摩擦サーフェーシング法により羽根翼状部に付着される耐食性材料から形成された後縁部5を有する。耐食性材料からなる消耗性の棒10を回転させながら、翼状部に形成された結合表面15に軸方向の力11で接触させ、それにより、結合表面15に隣接する棒の一部分を塑性化する。次いで、棒10を上記表面と接触しながら、直線方向12に移動し、棒10の移動軌跡に、高品質の冶金結合で翼状部に結合された耐食性材料の層8を残す。次いで、この層8を研磨して、後縁部5に対して望まれる平滑な輪郭を成形する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の材料から部分的に形成された翼状部と、耐食性の後縁とを有する羽根を備えた蒸気タービンを製造する方法において、前記翼状部に前記後縁を形成するステップを含み、該ステップが、

(a) 前記後縁を受けるようになっている結合表面を前記翼状部に形成し、

(b) 第2の材料から形成された棒を回転し、

(c) 回転している前記棒を前記翼状部の前記結合表面と接触させ、

(d) 回転している前記棒を前記結合表面に対し軸方向の力で圧接して、前記結合表面に隣接する前記棒の部分を塑性化し、

(e) 前記軸方向の力を維持しながら、回転している前記棒を前記結合表面に沿い所定の速度でほぼ直線的に移動して、前記棒を消耗させ、前記棒の前記塑性化された部分を前記結合表面に結合することにより、前記翼状部に耐食性の後縁を形成する、

諸ステップからなる蒸気タービンの製造方法。

【請求項2】 第1の材料から形成された第1の部分と、第2の材料から形成された第2の部分とを有する羽根翼状部を備えた蒸気タービンを製造する方法において、前記第2の材料を前記第1の部分に結合することにより前記第1の部分上に前記第2の材料からなる層を形成するステップを含み、該ステップが、

(a) 前記第2の材料を成形して消耗性の棒とし、

(b) 前記棒を回転し、

(c) 回転している前記棒を最初に軸方向に前記羽根翼部分に圧接すると同時に、前記棒を前記羽根翼部分に沿い、前記棒の回転軸線に対しほぼ垂直な方向に移動する、

諸ステップからなる蒸気タービンの製造方法。

【請求項3】 根元部分と該根元部分から延びる翼状部とを有する羽根を含み、前記翼状部は、縁部と、該縁部に隣接して位置する中央部とを有し、該中央部は、第1の材料から形成され、前記縁部の少なくとも第1の部分は、第2の材料から形成されて前記中央部に結合される、蒸気タービンにおいて、前記第2の材料から形成される前記縁部の前記少なくとも第1の部分の前記中央部への結合が、

(a) 前記第1の材料から形成された回転している棒を前記中央部と接触させ、

(b) 回転している前記棒、軸方向の力で前記中央部に圧接して、前記中央部に隣接する前記棒の部分を塑性化し、

(c) 回転している前記棒を、前記軸方向の力を維持しながら、前記中央部に沿いほぼ直線的に移動することにより、前記棒を消耗させ、前記棒の塑性化した前記部分を前記中央部に結合し、前記縁部の前記第1の部分を前記中央部上に形成する、

ことにより行われている蒸気タービン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】 本発明は、耐食性の後縁を有する蒸気タービン羽根に関し、特に、ステライト6B（登録商標名）から形成された後縁の一部分が摩擦サーフェシング法により羽根の翼状部に結合される、蒸気タービン羽根に関するものである。

【0002】

10 【発明の背景】 低圧蒸気タービンの最終数列の領域に設けられている羽根は、タービンのこの領域内で蒸気内に形成される水滴との衝突の結果として侵食を受ける。この侵食は翼状部の後縁部の先端近傍において最も激しい。このような羽根が典型的には鍛造されている鉄合金は、通例、高い強度を有しているが、耐食性の点では最適ではないので、従来においては、後縁の上半分〜上3分の1の部分にステライト6Bのような耐摩耗性材料からなる薄肉のストリップをろう付けすることによって、侵食速度を遅らせていた。

20 【0003】 しかし、このようなろう付けには幾つかの欠点がある。第1に、ろう付けにより達成される冶金的結合が100%であることは希であり、往々にして僅か80%の結合に甘んじなければならない場合がある。第2に、ろう付けと関連する熱入力で、翼状部が鍛造されている合金が焼もどしを受け、それにより、該翼状部の機械的強度が低下し、幾何学的歪みが生ずる。第3に、ろう付けには微細多孔性が本来的に伴うので、小さいピットが形成されることになり、それにより潜在的な割れ発生場所ができる。

30 【0004】 良好な冶金的結合が摩擦溶接により達成できることは、以前から知られている。また、タービン羽根の翼状部をその根元部分或はディスクに結合するのに摩擦溶接を使用すべきことが示唆されている。例えば、米国特許第4,934,583号、米国特許第4,884,736号及び米国特許第3,982,854号各明細書を参照されたい。更に、摩擦サーフェシングもタービン羽根に適用し得ることが示唆されている。例えば、“プロセス工業用溶接紙(Welding for the Process Industries Paper) 18(1988)”に掲載のW. M. トーマス(Thomas)の論文“摩擦サーフェシングによる固相被覆(Solid Phase Cladding By Friction Surfacing)”を参照されたい。しかし、蒸気タービン羽根に典型的に用いられているような種類の合金から鍛造されている蒸気タービン羽根の後縁にステライト6Bのような耐摩耗性材料を溶着するのに摩擦サーフェシング技術を利用する方法は、今まで開発されていなかった。

40 【0005】 米国特許第4,079,491号明細書に記載されているように、ステンレス鋼のような或る種の母材合金にステライト6Bのような耐摩耗性材料を摩擦溶接するのに要求される塑性を実現するのに必要な高温

で、基合金に過度の温度が発生する傾向があるために、実際面において多くの困難が生じている。基合金が過度の温度になるという問題は、特に、蒸気タービン羽根にとっては重大である。と言うのは、蒸気タービン羽根を形成する合金は、最大強度を得るために入念な熱処理を受けており、このような強度は、後に過度の温度を受けると喪失してしまうからである。

【0006】従って、羽根に過度の温度を発生することなく、摩擦サーフェーシング技術を用いて、耐摩耗性材料から蒸気タービン羽根に後縁を形成することができる。10 実際的な方法が得られれば、これは望ましいことである。

【0007】

【発明の概要】本発明の目的は、摩擦サーフェーシング技術により形成された耐食性のある後縁を有する蒸気タービン羽根を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、蒸気タービン羽根にとって適当である種類の鉄合金の内の1つの合金から鍛造された翼状部の後縁にステライト6Bのような耐摩耗性材料を形成する方法を提供することにある。20

【0009】本発明の更に他の目的は、翼状部の合金に過度の熱を発生することなく、健全な冶金結合を得ることができる成形方法を提供することにある。

【0010】上述の目的及び他の目的は、根元部分と、該根元部分から延び、縁部、及び該縁部に隣接して位置する中央部を有する翼状部とを含む蒸気タービン羽根において達成される。中央部は、約11.5~12.5%のクロムを含有する鉄合金から形成される。或は、中央部は、約15.5~17.5%のクロム及び3.0~5.0%のニッケルを含む鉄合金から形成することもできる。30 少なくとも、縁部の第1の部分は、ステライト6Bのようなコバルト、ニッケル、クロム、タングステン、マンガン及びセレンを含む耐摩耗性合金から摩擦サーフェーシング法によって形成される。

【0011】蒸気タービン羽根の翼状部に耐侵食性の後縁を形成する方法も開示されている。この方法は、耐摩耗性の後縁を受けるようになっている結合表面を翼状部に形成し、第2の材料から形成された棒を回転し、該回転している棒を翼状部の結合表面と接触関係に置き、回転している棒を、軸方向の力で上記結合表面に圧接して、それにより、該結合表面に隣接する上記棒の部分を塑性化し、そして上記軸方向の力を維持しながら上記結合表面に対して上記回転している棒をほぼ直線的に移動し、それにより、上記棒の塑性化した部分を上記結合表面に結合して耐摩耗性の後縁を形成する諸ステップを含んでいる。

【0012】

【好適な実施例の詳細な説明】図1には、低圧蒸気タービンにおける最終数列の羽根列の1つから取り外した羽根1が示されている。通例のように、この羽根1は、翼

状部2と根元部分3とから構成されている。根元部分3は、羽根1を蒸気タービンのロータに取り付けるのに利用される。タービンを流れる蒸気に曝れる翼状部2は、ロータを回転するのに必要なエネルギーを蒸気から取り出す働きをする。図1に示すように、翼状部2は、前縁部4と、後縁部5と、前縁部及び後縁部に配置されてそれぞれに隣接して位置している中央部9とから構成されている。更に、翼状部2は、先端部分6及び根元部分3に対する翼状部の取着部としての働きをするブラットホーム7を有している。

【0013】当該技術分野で周知のように、低圧蒸気タービンの最低圧力区間を流れる蒸気内には水滴が形成される傾向がある。これ等の水滴は蒸気流に随伴し、遠心力の結果として羽根の先端部に向かい外向きに移動する。このような水滴は、羽根の翼状部2の後縁部5の先端部分6近傍に有害な侵食を生ぜしめ得る。

【0014】通常、低圧蒸気タービンにおける最終数列の羽根は、比較的高いクロム含量を有する鉄合金を鍛造することにより形成されている。このような合金の1つの例として、約11.5~17.5%のクロム及び3.0~5.0%のニッケルを含む合金がある。また、第2の合金例として、約11.5~13.0%のクロムを含むものがある。これ等の合金は、良好な機械的強度を有しているけれども、耐侵食性は最適ではなく、その結果、後縁部5は許容速度よりも高い速度で侵食を受ける。

【0015】後縁部5の侵食という問題は、該後縁部5に、高耐食性を有する部分8を設けることによって解決される。本発明によれば、これは、タービン羽根における過度の熱の発生を阻止し、しかも良好な冶金結合を招来する摩擦サーフェーシング技術を用いて翼状部の中央部9に部分8を成形し結合することにより達成される。本発明の好適な実施例においては、高耐食性の部分8は、ステライト6Bから形成され〔ステライト6Bは、デロロ・ステライト(Deloro Stellite)社の商標である)、その組成は重量パーセントで次の通りである。即ち、0.9~1.40のCと、28.0~32.0のCrと、最大3.0のNiと、最大1.5のMoと、3.5~5.5のWと、最大2.0のMnと、最大2.0のSiと、最大3.0のFeと、残りのCoとである。

【0016】図3に示すように、後縁部8は、先ず、既述の高クロム合金のいずれかから鍛造した翼状部2の後縁部5の(特定羽根列における侵食パターンに依存し)上半分~上3分の1の部分に結合表面15を最初に切削することにより形成される。或は、侵食は羽根の入口側で最も激しいので、結合表面は、図4に示すような後縁部17が生成されるように羽根の後縁の入口側にスロット16を研削することにより形成することができる。

【0017】次に、消耗性の棒10を、上述のステライト6Bのような耐食性の合金から形成して、所定の速度で、矢印13で示すように回転する。好適な実施例にお

いては、羽根の温度増加は、棒10の速度を約320～340RPMの範囲、そして最も好ましくは330RPMに維持することにより最小限度に抑制される。上述の速度範囲に棒10の回転を維持しつつ該棒10を表面15と接触する。棒10に軸方向の力11を加えて該棒10を表面15に圧接する。好適な実施例においては、後述するように、約1.8mm(0.071in)の直径を有する棒で、十分な軸方向の力11が維持され、溶融速度、即ち、棒10の長さが消耗する速度が約3.51～3.91mm/秒(0.138～0.154in/秒)の範囲、最も好ましくは3.71mm/秒(0.146in/秒)に維持される。その結果生ずる棒10と表面15との間の圧力下での接触で酸化物バリエーを消散する精練作用が発生して、それにより良好な結合の形成が容易になる。

【0018】従来、摩擦溶接は、“タッチダウン(touch down)”期間と称される期間中、一方の部材に対して回転するがその他の運動はしないように他方の部材を圧力下で接触関係に維持することにより達成されていた。このタッチダウン期間は、表面15に隣接する棒10の部分を塑性化し、以て直線運動の開始前に、棒10と表面15との間に塑性化した層を形成するのに充分な熱を発生するために必要であると考えられていた。しかし、本発明によれば、既述の羽根合金の1つにステライト6Bを付加する際における羽根温度上昇を最小にするために、このタッチダウン期間は排除され、従って、棒10は、該棒10が最初に結合表面15に接触する際に、回転を伴いながら、後述するように、約2.25～2.75mm/秒(0.089～1.08in/秒)、好ましくは約2.5mm/秒(0.98in/秒)の速度で直線方向に移動される。この方法は、走行開始時接触法と称することができよう。

【0019】従って、接触が生ずる時点で、棒10は、図3に矢印12で示すように、表面15に対し回転と直線運動を同時に受けることになる。即ち、棒10は、棒の回転軸線に垂直な方向で表面15に沿って移動される。好適な実施例では、タッチダウン期間の不存在並びに低回転速度は、棒10と翼状部2との間における相対直線運動速度を、約2.25～2.75mm/秒(0.089～1.08in/秒)好ましくは約2.5mm/秒(0.98in/秒)の低い値に維持することにより補償される。

【0020】接触が生じたならば、棒10の直線運動は、表面15がその長さに亘って掃引されるまで表面15上で続けられる。既述の軸方向の力11及び回転はこの直線運動中維持される。その結果、塑性化した層が表面15に対しその精練作用を及ぼし続ける。しかし、棒及び翼状部の材料が相当に反応性である場合には、精練作用に拘わらず、アルゴンのようなガスシールドを用いても差し支えないことに留意されたい。

【0021】羽根における熱の形成を最小にするために

は、翼状部2に対する棒10の質量を最小にすることが重要である。従って、本発明の好適な実施例においては、棒の直径は約1.8mm(0.071in)である。

【0022】このように、本発明による方法を用いることにより、温度上昇は翼状部2におけるよりも棒10における方が相当に大きくなる。このことは重要な結果である。と言うのは、既に述べたように、翼状部2における過度の温度は該翼状部を形成している合金の鍛造強度を弱化するからである。

【0023】図3に示すように、上述のプロセスの結果として、棒10は、(好適な実施例においてはステライト6Bである)棒材料の部分8をその移動軌跡に残す。本発明の好適な実施例においては、この部分8は、約0.89mm(0.035in)の厚さで且つ1.9cm(0.75in)幅である。この付着厚さは、棒10の直線運動速度を変えることにより制御される。

【0024】棒10が表面15の端に達した時点で、棒10を回転し続けている状態で、翼状部2から引き離す。次いで、部分8を研磨して、図2に示すように、後縁部5にとって所望の円滑な輪郭を得る。必要ならば、後縁部の所望の厚さを得るために、部分もしくは層8を平滑に研磨し、2回目のパスを実施して、第2の層を第1の層の上に形成することができる。

【0025】本発明によれば、棒の回転速度、軸方向の接触力、棒/翼状部間の相対直線運動速度並びにタッチダウン期間を含む上述のパラメータは、翼状部の合金及び棒の材料を考慮して、翼状部2に発生する温度が翼状部の合金を弱化する程大きくならないように、しかも棒10の温度が翼状部結合表面15に隣接する棒の部分8を塑性化する程に充分に高いが棒材料の溶融を生ずる程には高くないように注意深く選択されている。仮に、棒材料の上記のような溶融が生ずれば、その結果として過度の硬度及び縮み割れが生ずるであろうからである。

【0026】図2に示した部分8と翼状部の中央部9との間の境界面14の冶金学的検査の結果、殆ど100%の冶金学的結合が達成されることが明らかになった。部分8の外縁に沿う領域のように結合が存在しないような領域は、該部分の未結合部分を研磨除去することによって排除される。

【0027】棒10或は翼状部2の予熱や外部加熱は要求されない点に注目されたい。また、結合表面15の研磨以外の表面処理は要求されない。

【0028】以上、本発明の方法を、2つの特定の羽根合金から形成された蒸気タービン羽根にステライト6Bの後縁部を形成することと関連して説明したが、本発明による摩擦サーフェーシング技術は、類似の種類の合金から形成されている蒸気タービン羽根の他の部分或はガスタービン羽根のような他の回転機械の翼状部に他の耐腐食性材料の層或は被覆を形成するのに適用可能である。従って、本発明は、その精神や本質的な属性から逸

脱することなく他の特定の形態で実施することができ、従って、上の実施例に関する説明は本発明の範囲を限定するものではないと理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 蒸気タービン羽根の立面図。

【図2】 図1に示した線Ⅰ-Ⅰにおける横断面図。

【図3】 摩擦サーフェーシングを受ける図1に示した羽根の後縁の一部分の斜視図。

【図4】 図2に類似の横断面図であって、図1に示した翼状部の後縁部の別の実施例を示す図。

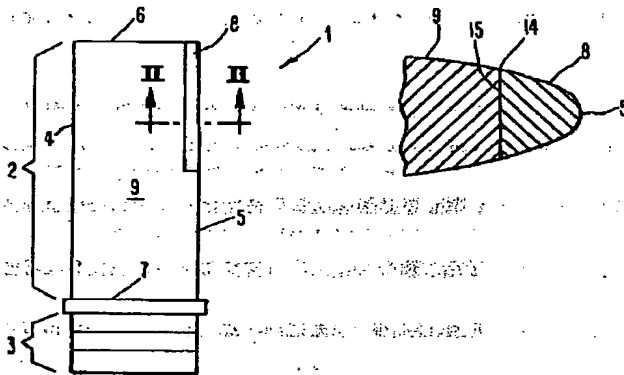
【符号の説明】

- 1 羽根
- 2 翼状部
- 3 根元部分
- 5 後縁部（縁部）
- 9 中央部
- 10 棒
- 11 軸方向の力
- 15 結合表面

【図1】

【図2】

【図3】



【図4】

